Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 15, No.3, Fall 2023, p. 429-443

Effects of Adding *Ferula badrakema* Root Powder with and Without Sodium Saccharin Sweetener to the Diet on Growth Performance, Immune System and Blood Metabolites of Broiler Chickens

Hamidreza Khajavi[1], Ahmad Hassanabadi[1]*, Mahdi Askari Badouei[2]

Received: 22-10-2022
Revised: 20-10-2022
Accepted: 19-12-2022
Available Online: 19-12-2022

How to cite this article:
Khajavi, H., Hassanabadi, A., & Askari Badouei, M. (2023). Effects of adding *Ferula badrakema* root powder with and without sodium saccharin sweetener to the diet on growth performance, immune system and blood metabolites of broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *15*(3), 429-443.
DOI: 10.22067/ijasr.2023.79312.1105

Introduction: The *Ferula badrakema* from the Apiaceae family is a resinous plant with a strong smell that is native to Iran (Rechinger et al., 1994). The anti-bacterial and anti-fungal properties of *Ferula badrakema* are believed to be due to its high content of alpha-pinene and beta-pinene. Similar to other Ferula species, this plant is a rich source of sesquiterpene coumarins (Bukreeva and Pimenov, 1991). To the best of our knowledge, no study has been done on the volatile compounds of this species. However, studies on other species of this plant that grow in other parts of the world have been reported (Başer et al., 2000; Takeoka, 2001, Iranshahi et al., 2006). Saccharin is a sulfonamide produced from compounds found in coal tar (Abdelaziz et al., 2011). Its taste is 300 to 500 times sweeter than sucrose. Due to its high sweetness, it is widely used to improve feed palatability and can increase feed intake (Feighner et al., 1987). Studies by Han et al. (2019) have shown that Japanese quails prefer sucrose solution instead of ordinary water due to its palatability. However, few studies have been conducted on the physiological relationship between sweeteners and the gastrointestinal tract of broilers (Kimmich et al., 1989). Considering that most medicinal plants have a bitter taste and reduce the feed consumption and growth of chickens, this experiment aimed to investigate the effects of adding sweeteners and preventing the activation of bitter taste receptors of the Ferula plant on the growth performance, immune system and blood metabolites of chickens.

Materials and Methods: This experiment was conducted using 468 one-day-old commercial broilers from the Ross 308 strain with 6 treatments, 6 replicates and 13 birds each in a completely randomized design as a 3×2 factorial arrangement (3 levels of Ferula badrakema root powder at the levels of 0, 0.75 and 1.5% and two levels of 0 and 0.15% sodium saccharin in diet). Standard diets during the periods of starter (1-10 d), grower (11-24 d) and finisher (25-42 d) were used. The diets were formulated using the UFFDA software to provide all the requirements of the broilers based on the recommendations of the Ross 308 strain (2019). Throughout the experiment, the birds had ad libitum access to water and feed and an hour darkness and 23 hours of light was provided. The initial temperature of the room was 32°C, which was reduced by 0.5°C per day according to the Ross company guidelines, until it reached 21°C at the age of 21 days and remained constant after that. Average feed intake, weight gain and feed conversion ratio for each group were measured at the end of each period. To measure blood parameters, one male bird at the end of the experiment (42 d), was selected from each replicate and blood samples were taken from the wing vein in syringes without anticoagulant, and after centrifugation, the sera were collected in 0.5 ml microtubes and kept at -20°C until the further analysis. To evaluate the humoral immune response, 0.1 ml sheep red blood cells (SRBC) suspension was injected to breast muscle of one bird from each replicate on 28 and 35 d and total antibody, IgG and IgM were measured.

1- Ph.D. Student and Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, Respectively.
2- Assistant Professor, Department of Pathobiology, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
*Corresponding Author's Email: hassanabadi@um.ac.ir

Results and Discussion: Adding saccharin to the diet caused a significant increase in feed intake during the periods of 1-10 and 1-42 days (P < 0.05). The interaction effect of saccharin and Ferula on feed intake was significant (P < 0.05) during the periods of 25-42 and 1-42 days; so the addition of Ferula to diets containing saccharin increased feed intake while in diets without saccharin, it reduced feed intake. The body weight gain of chicks at the age of 1-10, 42-25 and 1-42 days in the treatment with 0.15% saccharin was significantly (P < 0.05) higher than the treatment without saccharin; but adding Ferula had no significant effect on the weight gain. Addition of Ferula and saccharin to the diet and their interaction had no significant effect on the carcass traits of broilers. Adding saccharin to the diet caused a significant increase (P < 0.05) in blood uric acid, but it did not have a significant effect on the concentration of other blood metabolites. An independent comparison of Ferula supplemented diets with treatment without it, showed that Ferula caused a significant (P < 0.05) increase in blood uric acid, albumin and phosphorus and a significant decrease in blood cholesterol and triglyceride. The titer of total antibody and IgG at the age of 35 days, as well as IgG and IgM at the age of 42 days, increased compared to its 0 level under the influence of Ferula consumption.

Conclusion: In general, the results showed that the use of sodium saccharin in the diet prevents the reduction of feed intake caused by the bitter taste of Ferula, and the consumption of Ferula improves the immune system and reduces the concentration of cholesterol and triglycerides in the blood broiler chicks.

Keywords: blood metabolites**,** broiler, Ferula badrakema, immune system, performance, sodium saccharin

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۵، شماره ۲، پاییز ۱۴۰۲، ص. ۴۴۳-۴۲۹

بررسی اثر افزودن پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* (*Ferula Badrakema*) با و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم به جیره بر عملکرد رشد، سیستم ایمنی و متابولیت‌های خون جوجه‌های گوشتی

حمیدرضا خواجوی[1]، احمد حسن‌آبادی[1*]، مهدی عسکری بدوئی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۸

چکیده

این آزمایش به‌منظور ارزیابی پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* (*Ferula Badrakema*) با و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم بر عملکرد رشد، سیستم ایمنی و متابولیت‌های سرم خون جوجه‌های گوشتی انجام شد. آزمایش با تعداد ۴۶۸ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه تجاری راس ۳۰۸ با ۶ تیمار به‌صورت فاکتوریل ۲×۳ (سه سطح پودر ریشه *فرولا بدرکما*: صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد و دو سطح صفر و ۰/۱۵ درصد ساخارین سدیم) با شش تکرار و ۱۳ قطعه جوجه هر تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌مدت ۴۲ روز انجام شد. افزودن ساخارین به جیره باعث افزایش معنی‌دار مصرف خوراک در سن ۱۰-۱ و ۴۲-۱ روزگی شد. اثر متقابل ساخارین و *فرولا* بر مصرف خوراک در سن ۴۲-۲۵ و ۴۲-۱ روزگی معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که افزودن *فرولا* به جیره‌های حاوی ساخارین باعث افزایش مصرف خوراک گردید؛ درحالی‌که در جیره‌های بدون ساخارین باعث کاهش مصرف خوراک شد. مقدار افزایش وزن بدن جوجه‌ها در سن ۱۰-۱، ۴۲-۲۵ و ۴۲-۱ روزگی در گروه تغذیه شده با تیمار دارای ۰/۱۵ درصد ساخارین به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار بدون ساخارین بود؛ امّا افزودن *فرولا* اثر معنی‌داری بر افزایش وزن نداشت. افزودن *فرولا* و ساخارین به جیره و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر صفات لاشه جوجه‌ها نداشت. افزودن ساخارین به جیره باعث افزایش معنی‌دار اسیداوریک خون شد، امّا اثر معنی‌داری بر غلظت سایر متابولیت‌های خون نداشت. مقایسه مستقل افزودن *فرولا* به جیره با تیمار فاقد آن نشان داد که *فرولا* باعث افزایش معنی‌دار اسیداوریک، آلبومین و فسفر خون و کاهش معنی‌دار کلسترول و تری‌گلیسیرید خون شد. عیارآنتی‌بادی کل و IgG در سن ۳۵ روزگی و همچنین IgG و IgM در سن ۴۲ روزگی تحت تأثیر مصرف *فرولا* افزایش یافت. به‌طور کلی، استفاده از ساخارین سدیم در جیره از کاهش مصرف خوراک ناشی از مزه تلخ *فرولا* جلوگیری کرد. مصرف *فرولا* باعث بهبود سیستم ایمنی شد و غلظت کلسترول و تری‌گلیسیرید خون را به‌ترتیب ۸۰/۵۷ و ۶۰/۱۴ درصد کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: جوجه گوشتی، ساخارین سدیم، سیستم ایمنی، عملکرد، *فرولا بدرکما*، متابولیت‌های خون

مقدمه

ترکیب‌های ضد باکتریایی نقش مهمی در بهبود تعادل میکروبی و جمعیت میکروبی روده پرندگان دارند. به‌دلیل مشترک بودن برخی از آنتی‌بیوتیک‌های مورد استفاده در پرورش طیور با مصرف درمانی انسان، امکان انتقال سویه‌های باکتری مقاوم به آنتی‌بیوتیک از طریق محصولات طیور به انسان وجود دارد. با توجه به مشکل مطرح شده برای آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان محرک رشد، تحقیقات و آزمایش‌های زیادی در زمینه یافتن جایگزین مناسبی برای این مواد صورت گرفته است. اکثر مواد جایگزین شده با آنتی‌بیوتیک‌ها عمل خود را در ارتباط با بهبود عملکرد طیور از طریق تأثیر بر جمعیت میکروبی دستگاه گوارش اعمال می‌کنند. یک جایگزین موفق برای آنتی‌بیوتیک‌ها، باید دارای مکانیسم ضدباکتریایی مؤثر باشد و احتمالاً از این طریق بتواند هضم، جذب و متابولیسم مواد مغذی را بهبود بخشد. از جمله جایگزین‌های احتمالی که در طی سال‌های اخیر برای آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد مورد تحقیق قرار گرفته است، می‌توان گیاهان دارویی و عصاره آن‌ها را نام برد (Hernandez et al., 2004; Cross et al., 2007). بعضی از این تحقیقات تأثیر مثبت گیاهان دارویی را بر عملکرد رشد گزارش کرده‌اند (Lee et al., 2004) و

۱- به‌ترتیب دانشجوی دکتری تغذیه طیور و استاد گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲- استادیار گروه پاتوبیولوژی، دانشکدهٔ دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: hassanabadi@um.ac.ir
DOI: 10.22067/ijasr.2023.79312.1105

گیاهان زیادی با خواص ضدمیکروبی شناسایی شده‌اند. همچنین، گیاهان دارویی علاوه‌بر اثرات ضدمیکروبی فواید دیگری نظیر کمک به هضم و جذب مواد مغذی، تحریک اشتها و کاهش لیپیدهای سرم خون دارند (Greathead, 2003).

جنس *Ferula* متعلق به خانواده Peucedaneae، زیر خانواده Apioideae است. خانواده چتریان با ۱۳۳ گونه در سراسر نواحی مدیترانه و به‌ویژه در ایران پراکنده است و بیش از ۷۰ گونه از Ferula از نظر شیمیایی مورد بررسی قرار گرفته‌اند (Diab et al., 2001; El-Razek et al., 2003). گونه‌های *فرولا* دارای تنوع بیولوژیکی زیادی هستند و دارای فعالیت‌هایی ضدباکتریایی، ضدقارچی، ضدسرطان و آنتی‌اکسیدان هستند.

گیاه *فرولا بدرکما* با نام علمی *Ferula badrakema* از تیره چتریان (Apiaceae) گیاهی صمغی با بوی قوی است که بومی ایران (پارک ملی تندوره، شهرستان درگز، شمال استان خراسان رضوی) است (Rechinger et al., 1994). گمان می‌رود که خواص ضد باکتریایی و ضدقارچی *فرولا بدرکما* به‌دلیل محتوای بالای آلفا- پینن و بتا- پینن باشد. *فرولا بدرکما* مشابه سایر گونه‌های جنس *Ferula*، منبعی غنی از کومارین‌های سسکویی‌ترپن است (Bukreeva and Pimenov, 1991). بر اساس بررسی‌های انجام شده هیچ مطالعه‌ای روی ترکیبات فرار این گونه انجام نشده است. با این حال، مطالعاتی بر روی گونه‌های دیگر این گیاه که در سایر نقاط جهان رشد می‌کنند، گزارش شده است (Başer et al., 2000; Takeoka, 2001; Iranshahi et al., 2006).

ساخارین (benzisothiazol-3(2H)-one-1,1-dioxide–۱،۲) یک سولفونامید است که از ترکیبات موجود در قطران زغال سنگ تولید می‌شود (Abdelaziz et al., 2011). طعم ساخارین ۳۰۰ تا ۵۰۰ برابر شیرین‌تر از ساکارز است. امروزه، شیرین‌کننده‌های با قدرت بالا به‌طور گسترده در خوراک حیوانات، پستانداران، از جمله خوک و نشخوارکنندگان مورد استفاده قرار گرفته است (Buerge et al., 2011; Moran et al., 2014; Ma et al., 2017). به‌دلیل شیرینی بالا و کالری کم، برخی از شیرین‌کننده‌ها به‌طور گسترده برای بهبود خوش‌طعمی خوراک استفاده می‌شوند، طعم شیرین نیز با افزایش مصرف خوراک مرتبط است (Feighner et al., 1987). مطالعات نشان داده‌اند که مکمل‌های غذایی با شیرین‌کننده‌ها می‌توانند باعث افزایش مصرف خوراک و در نتیجه، بهبود عملکرد رشد در دام‌ها شود (McMeniman et al., 2006; Sterk et al., 2008; Zhang et al., 2020). بلدرچین‌های ژاپنی به‌دلیل خوش‌طعم بودن، محلول ساکارز را به‌جای آب معمولی ترجیح می‌دهند. با این حال، مطالعات کمی بر روی رابطه فیزیولوژیکی بین شیرین‌کننده‌ها و دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی انجام شده است (Kimmich et al., 1989). درک عملکرد بیولوژیکی شیرین‌کننده‌ها در دستگاه گوارش می‌تواند برای مصرف افزودنی‌های خوراکی تلخ‌مزه مثل *فرولا بدرکما* برای جوجه‌های گوشتی مفید باشد. با توجه به اینکه اکثر گیاهان دارویی تلخ‌مزه هستند و باعث کاهش مصرف خوراک و رشد جوجه‌ها می‌شوند، این آزمایش با هدف بررسی اثرات افزودن شیرین‌کننده و جلوگیری از فعال شدن گیرنده‌های طعم تلخ گیاه *فرولا بدرکما* بر عملکرد رشد، سیستم ایمنی و متابولیت‌های سرم خون جوجه‌های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این آزمایش تعداد ۴۶۸ قطعه جوجه گوشتی یک‌روزه سویه راس ۳۰۸ از یک جوجه‌کشی تجاری خریداری شد. جوجه‌ها پس از ورود به سالن، توزین شده و به شش تیمار، شش تکرار و در هر تکرار ۱۳ قطعه جوجه با میانگین وزن مشابه تقسیم شدند و در داخل ۳۶ جایگاه بستری (پن) مجزا قرار داده شدند. به‌منظور تغذیه جوجه‌ها از جیره‌های آغازین (یک تا ۱۰ روزگی)، رشد (۲۴-۱۱ روزگی) و پایانی (۴۲-۲۵ روزگی) استاندارد استفاده شد. جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار جیره نویسی UFFDA به‌گونه‌ای تنظیم شدند که کلیه احتیاجات جوجه‌ها بر اساس توصیه‌های کاتالوگ جوجه گوشتی سویه راس (۲۰۱۹) را تأمین کنند (جدول ۱). تیمارهای آزمایش شامل: ۱- جیره پایه، ۲- جیره پایه + ۰/۷۵ درصد پودر *فرولا بدرکما*، ۳- جیره پایه + ۱/۵ درصد پودر *فرولا بدرکما*، ۴- جیره پایه + ۰/۱۵ درصد ساخارین سدیم، ۵- جیره پایه + ۰/۱۵ درصد ساخارین سدیم + ۰/۷۵ درصد پودر *فرولا بدرکما* و ۶- جیره پایه + ۰/۱۵ درصد ساخارین سدیم + ۱/۵ درصد پودر *فرولا بدرکما* بود. در تمام مدت آزمایش، جوجه‌ها به‌طور آزاد به آب و خوراک دسترسی داشتند. برنامه نوردهی یک ساعت تاریکی و ۲۳ ساعت روشنایی برای آن‌ها فراهم شد. دمای اولیه سالن ۳۲ درجه سانتی‌گراد بود که بر اساس راهنمای شرکت راس به‌ازای هر روز ۰/۵ درجه سانتی‌گراد کاسته شد تا در سن ۲۱ روزگی به ۲۱ درجه سانتی‌گراد رسید و از آن پس ثابت ماند.

میانگین خوراک مصرفی و افزایش وزن جوجه‌ها برحسب گرم به‌ازای هر پرنده در روز و ضریب تبدیل خوراک برای هر گروه از جوجه‌ها در انتهای هر دوره اندازه‌گیری شد. تلفات روزانه در هر پن در طول دوره آزمایش توزین، ثبت و برای تصحیح خوراک مصرفی مورد استفاده قرار گرفت. در سن ۴۲ روزگی دوره پرورش یک پرنده نر از هر واحد آزمایشی با وزن مشابه با میانگین گروه مربوطه انتخاب شد، به‌روش جابجایی مهره گردن کشته شد و تفکیک لاشه انجام شد. پس از تفکیک لاشه، وزن نسبی لاشه، اندام‌ها و طول بخش‌های مختلف دستگاه گوارش اندازه‌گیری شد.

جدول ۱– مواد تشکیل‌دهنده و ترکیب مواد مغذی جیره‌های آزمایشی

Table 1– Ingredients and nutrient composition of experimental diets

اجزای خوراک (٪) Ingredients (%)	۱–۱۰ روزگی 1-10 d	۱۱–۲۴ روزگی 11-24 d	۲۵–۴۲ روزگی 25-42 d
ذرت Corn	34.63	28.84	24.63
گندم Wheat	10.0	20.0	30.0
کنجاله سویا (CP=44%) Soybean meal (44% CP)	41.67	37.22	30.88
روغن سویا Soybean oil	6.73	7.49	8.29
کربنات کلسیم Limestone	1.34	1.2	1.19
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.50	1.3	1.11
نمک طعام Common salt	0.3	0.29	0.29
مکمل مواد معدنی Mineral premix[a]	0.25	0.25	0.25
مکمل ویتامینی Vitamin premix[a]	0.25	0.25	0.25
دی ال– متیونین DL-methionine	0.4	0.35	0.32
ال– لیزین هیدروکلرید L-lysine HCl	0.26	0.17	0.17
ال– ترئونین L-threonine	0.07	0.04	0.02
سدیم بی‌کربنات Sodium bicarbonate	0.10	0.10	0.10
ماسه Sand	2.50	2.50	2.50
ترکیبات شیمیایی محاسبه‌شده Calculated chemical composition			
انرژی قابل متابولیسم (کیلوکالری بر کیلوگرم) Metabolizable energy (kcal/kg)	3000	3100	3200
پروتئین خام (درصد) Crude protein (%)	23.0	21.50	19.50
کلسیم (درصد) Calcium (%)	0.79	0.87	0.96
فسفر قابل‌دسترس (٪) Available phosphorus (%)	0.395	0.435	0.48
لیزین (٪) Lysine (%)	1.16	1.29	1.44
متیونین (٪) Methionine (%)	0.61	0.51	0.74
متیونین + سیستین (٪) Met + Cys (%)	0.91	0.99	1.08
ترئونین (٪) Threonine (%)	0.78	0.88	0.97

[a] مکمل ویتامینی و مواد معدنی مواد زیر را در هر کیلوگرم از جیره تأمین می‌کرد: ویتامین A، ۱۲۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین D۳، ۵۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۸۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین K، ۳/۲ میلی‌گرم؛ ویتامین B۱۲، ۰/۰۲ میلی‌گرم؛ تیامین، ۳/۲ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین؛ ۸/۶ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۶۲/۵ میلی‌گرم؛ اسید فولیک، ۲/۲ میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۲۵ میلی‌گرم؛ پیریدوکسین، ۴/۹ میلی‌گرم؛اسید پنتوتنیک، ۱۸/۵ میلی‌گرم؛ آنتی‌اکسیدان، ۲/۵ میلی‌گرم؛ روی، ۱۱۰ میلی‌گرم؛ منگنز، ۱۲۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۳۰ میلی‌گرم؛ ید، ۱/۲۵ میلی‌گرم؛ مس، ۱۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۲۰/۲ میلی‌گرم.

[a] Provided per kilogram of diet: Vitamin A 12500 IU, vitamin D_3 5000 IU, vitamin E 80 IU, vitamin K_3 3.2 mg, vitamin B_{12} 0.02 mg, thiamin 3.2 mg, riboflavin 8.6 mg, niacin 62.5 mg, folic acid 2.2 mg, biotin 0.25 mg, pyridoxine 4.9 mg,, pantothenic acid 18.5 mg, antioxidant 2.5 mg, Zn 110 mg, Mn 120 mg, Se 0.30 mg, I 1.25 mg, Cu 16 mg, Fe 20.2 mg.

به‌منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های خون، در پایان دوره (سن ۴۲ روزگی) از هر تکرار یک قطعه پرنده نر انتخاب و نمونه خون از ورید بال در سرنگ‌های فاقد ماده ضد انعقاد گرفته شد و پس از سانتریفیوژ، سرم در میکروتیوب‌های ۰/۵ میلی‌لیتری تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. مقدار پروتئین تام، گلوکز، کلسترول، آلبومین، HDL، اسید اوریک، تری‌گلیسرید، کلسیم و فسفر نمونه‌های سرم خون پس از یخ‌گشایی، توسط دستگاه اتوآنالایزر و با استفاده از کیت‌های تجاری پارس آزمون اندازه‌گیری شد.

برای ارزیابی پاسخ ایمنی هومورال، از تزریق گلبول قرمز گوسفند (SRBC) و تعیین عیار آنتی‌بادی تام، IgG و IgM علیه گلبول قرمز گوسفند و انجام آزمایش هماگلوتیناسیون استفاده شد. در روزهای ۲۸ و ۳۵ روزگی دوره پرورش، میزان ۰/۱ میلی‌لیتر از سوسپانسیون ۲۵ درصد گلبول قرمز در بافر فسفات به عضله سینه جوجه‌های مشخص شده از هر تکرار تزریق شد. در روزهای ۳۵ و ۴۲ دوره پرورش از ورید بال خون‌گیری انجام شد. بعد از لخته شدن خون، سرم به‌کمک سانتریفیوژ (۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه) جدا شد و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد ذخیره گردید. عیار آنتی‌بادی تام و IgG علیه SRBC، با روش هماگلوتیناسیون تعیین شد (Almamury et al., 2021). جهت غیرفعال کردن سیستم کمپلمان، سرم‌ها پس از یخ‌گشایی به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۶ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس سرم‌ها به دو بخش تقسیم شدند. بخش اول جهت تعیین عیار آنتی‌بادی تام و بخش دوم جهت تعیین عیار IgG مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور غیرفعال کردن IgM و تعیین عیار IgG در بخش دوم نمونه‌ها، محلول ۱/۴ درصد ۲- مرکاپتواتانول (Sigma, St, Louis Mo, USA) در بافر فسفات به‌صورت ۱:۱ (حجمی) با سرم مخلوط شد و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد ذخیره شد. شماره اولین چاهک که ۵۰ درصد آگلوتیناسیون در آن صورت گرفت، بر اساس لگاریتم بر مبنای ۲ یادداشت شد. نتیجه هنگامی مثبت گزارش شد که حداقل در نیمی از چاهک‌های حاوی SRBC، آگلوتیناسیون مشاهده شد. از تفاضل عیار ایمونوگلوبولین G از عیار آنتی‌بادی تام علیه SRBC، عیار ایمونوگلوبولین M محاسبه گردید (Almamury et al., 2021). شاخص تولید برای کل دوره با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد (Awad et al., 2008).

معادله (۱)

$$\text{شاخص کارایی تولید اروپایی} = \frac{\text{وزن زنده (کیلوگرم)} \times \text{درصد ماندگاری}}{\text{ضریب تبدیل خوراک} \times \text{سن (روز)}}$$

وزن بدن در انتهای دوره پرورش برای محاسبه بهتر شاخص‌های اقتصادی و شاخص تولید مورد استفاده قرار گرفت. شاخص‌های اقتصادی شامل هزینه خوراک برای تولید هر کیلوگرم وزن زنده، هزینه هر کیلوگرم خوراک مصرفی، درآمد حاصل از فروش جوجه‌ها و سود ناخالص که حاصل تفریق درآمد حاصل از فروش جوجه از هزینهٔ خوراک بود. با توجه به قیمت جوجه در انتهای دوره پرورش و قیمت هر کیلوگرم خوراک به همراه افزودنی‌ها، محاسبه انجام شد. به‌دلیل نبود شرایط دسترسی به همهٔ هزینه‌ها و با توجه به سهم عمده تغذیه در هزینه‌های پرورش، سایر هزینه‌ها برای تیمارها یکسان فرض شد و در این آزمایش، سود ناخالص یا همان سود حسابداری محاسبه گردید (Mahmoodtabar et al., 2018).

نتایج به‌دست آمده با استفاده از رویه GLM نرم‌افزار SAS بر اساس آرایش فاکتوریل ۲×۳ (سه سطح پودر ریشه *فرولا بدرکما*: صفر، ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد و دو سطح صفر و ۰/۱۵ درصد ساخارین سدیم) در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

غلظت مواد فنلی و فلاونوئیدهای موجود در اسانس ریشه گیاه *فرولا بدرکمای* مورد استفاده در این آزمایش اندازه‌گیری شد که به ترتیب ۳۵/۳۴ و ۲۱/۳۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر اسانس و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن (DPPH) ۱۷/۲۱ درصد بود.

عملکرد رشد

اثرات استفاده از پودر *فرولا بدرکما* و ساخارین سدیم بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ گزارش شده است. اثر ساخارین سدیم بر مصرف خوراک در دوره‌های ۱۰-۱ و ۴۲-۱ روزگی معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$)؛ به‌طوری‌که سطح ۰/۱۵ درصد ساخارین نسبت به سطح صفر آن باعث افزایش مصرف خوراک شد. تداخل اثر پودر *فرولا بدرکما* و شیرین‌کننده ساخارین سدیم در دوره ۴۲-۲۵ روزگی معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که تیمار حاوی ۱/۵ درصد پودر *فرولا بدرکما* و تیمار حاوی ۰/۱۵ درصد ساخارین سدیم بیشترین میزان مصرف خوراک و تیمار حاوی ۱/۵ درصد پودر *فرولا بدرکما* بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم کمترین میزان مصرف خوراک را داشتند ($P < ۰/۰۵$). همچنین، تداخل بین سطوح پودر *فرولا بدرکما* مورد استفاده و ساخارین سدیم در مورد مصرف خوراک در کل دوره پرورش معنی‌دار بود ($P < ۰/۰۵$)؛ در این مورد می‌توان گفت، تیمار حاوی ۱/۵ درصد پودر *فرولا بدرکما* و ۰/۱۵ درصد شیرین‌کننده ساخارین سدیم بیشترین میزان مصرف خوراک و تیمار حاوی ۱/۵ درصد پودر *فرولا بدرکما* و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم کمترین میزان مصرف خوراک را در کل دوره پرورش داشتند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که مصرف ساخارین سدیم در سطح ۰/۱۵ درصد باعث

افزایش وزن بدن در دوره یک تا ۱۰ روزگی گردید (P < ۰/۰۵). همچنین افزایش وزن بدن در دوره ۲۵ تا ۴۲ روزگی در تیمار حاوی ۰/۱۵ درصد شیرین‌کننده ساخارین سدیم در مقایسه با تیماری که بدون شیرین‌کننده بود، معنی‌دار شد (P < ۰/۰۵). در کل دوره پرورش (۴۲-۱ روزگی) نیز تیمار حاوی ۰/۱۵ درصد شیرین‌کننده ساخارین سدیم افزایش وزن بیشتری نسبت به تیمار بدون ساخارین سدیم داشت (P < ۰/۰۵). همان‌طور که در جدول ۲ گزارش شده است، اثر سطوح متفاوت پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* بر ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی در هیچ‌یک از دوره‌های پرورشی معنی‌دار نبود (P > ۰/۰۵).

مصرف گیاهان دارویی با اثرات درمانی مشخص و عوارض جانبی کمتر، احتمالاً جایگزین مناسبی برای داروهای شیمیایی بوده و تمایل به استفاده از آن‌ها در جهان در حال گسترش است. درباره اثر گیاهان دارویی بر عملکرد جوجه‌های گوشتی گزارش‌های ضد و نقیضی وجود دارد. مطالعات نشان داده است که گیاهان دارویی و عصاره آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر خوراک مصرفی ندارند (Hernandez et al., 2004). عبدالهی زاوه و همکاران (Abdollahi et al., 2013) نشان دادند، پودر ریشه *فرولا گوموسا* در سطوح صفر تا سه درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی نداشت. این محققان در جیره جوجه‌ها از شیرین‌کننده استفاده نکرده بودند.

اثرات مثبت افزودن اسانس‌های حاصل از گیاهان دارویی در جیره طیور بر افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های گوشتی گزارش شده است (Lee et al., 2004) که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. با توجه به نتایج مطالعه حاضر، تداخل بین سطوح مورد استفاده از پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* و شیرین‌کننده ساخارین سدیم باعث افزایش مصرف خوراک در جوجه‌های گوشتی در دوره ۲۵ تا ۴۲ روزگی و همچنین در کل دوره گردید. این امر نشان می‌دهد، علی‌رغم اینکه طعم تلخ ریشه گیاه *فرولا بدرکما* (در اثرات اصلی) باعث کاهش مصرف خوراک گردید، امّا به‌دلیل استفاده از شیرین‌کننده ساخارین سدیم در جیره، تلخی ریشه گیاه *فرولا بدرکما* خنثی شد و مصرف خوراک در تیمارهای حاوی ساخارین سدیم نسبت به تیمارهای بدون شیرین‌کننده افزایش یافت. همچنین محققان گزارش کرده‌اند که تغذیه اسانس گیاهان دارویی (مرزنجوش، پونه، رز ماری، بومادران و آویشن) در غلظت‌های ۰/۱ درصد جیره باعث بهبود افزایش وزن بدن، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک گردید (Cross et al., 2007). به‌طور کلی، بهبود عملکرد رشد در هنگام استفاده از گیاهان دارویی می‌تواند به علل گوناگون از جمله وجود ترکیبات شیمیایی مختلف در گیاهان دارویی که اثرات مفیدی بر فعالیت گوارشی و بهبود بهره‌وری از مواد خوراکی و همچنین از بین بردن عواملی مثل ریزجانداران مضر دستگاه گوارش و مواد خوراکی باشد (Kamel, 2001).

صفات لاشه

نتایج گزارش شده در جدول ۳ نشان داد که تیمارهای مختلف اثر معنی‌داری بر وزن نسبی اندام‌های بدن شامل قلب، کبد، روده کوچک، چربی محوطه شکمی، ران‌ها، سینه و کل لاشه نداشتند (P > ۰/۰۵). همچنین تداخل بین سطوح مختلف پودر ریشه *فرولا بدرکما* و ساخارین سدیم بر وزن نسبی اندام‌های داخلی به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P > ۰/۰۵). مقایسه مستقل بین تیمارهای دارای پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* و تیمار فاقد آن در مورد وزن نسبی اندام‌های داخلی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P > ۰/۰۵).

نتایج پژوهش حاضر در رابطه با معنی‌دار نبودن اثر استفاده توأم پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* و شیرین‌کننده ساخارین سدیم بر وزن نسبی لاشه، ران‌ها، سینه، کبد، روده کوچک و سنگدان مشابه با نتایج آزمایش عبدالهی زاوه و همکاران (Abdollahi et al., 2013) است که گزارش کردند وزن این اندام‌ها و اندازه بخش‌های مختلف روده تحت تأثیر افزودن پودر ریشه باریجه (*فرولا گوموسا*) قرار نمی‌گیرد. در عین حال، نتایج پژوهش حاضر با نتایج آزمایش فوق در مورد وزن نسبی سینه، ران‌ها، کبد و چربی حفره شکمی مغایرت داشت. طغیانی و همکاران (Toghyani et al., 201) گزارش کردند که استفاده از سطوح مختلف گیاهان دارویی نعناع و سیاه‌دانه بر درصد لاشه و وزن چربی محوطه شکمی معنی‌دار نبود که مشابه با نتایج پژوهش حاضر است. اسانس‌های گیاهان دارویی می‌توانند با کاهش لیپیدهای سرم خون، ذخیره چربی در محوطه شکمی را کاهش دهند و باعث بهبود کیفیت لاشه و همچنین حفظ سلامتی مصرف‌کننده شوند (Yoshioka et al., 2000). ویانا و همکاران (Viana et al., 2019) گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری در وزن نسبی اندام‌های مختلف موش‌های تحت درمان با تیمارهای مختلف از جمله مرتنول مشاهده نشد که با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. همچنین بیان شده است که هیچ‌گونه اختلالی در عملکرد کلیه یا کبد وجود نداشت، زیرا تغییر قابل‌توجهی در سطح سرمی کراتینین/ آلبومین/ اوره یا آلانین آمینوترانسفراز (ALT) در بین گروه‌های تحت درمان مشاهده نشد.

جدول ۲- اثر پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* با و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم در جیره بر عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در سنین مختلف

Table 2- The effect of dietary root powder of the *Ferula badrakema* with and without sodium saccharin sweetener on the growth performance of broiler chicks

تیمارها Treatments	(درصد) (%)	مصرف خوراک (گرم/پرنده/روز) Feed intake (g/bird/day)				افزایش وزن بدن (گرم/پرنده/روز) Body Weight Gain (g/bird/day)				ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio (g/g)			
		۱-۱۰ روز 1-10 d	۱۱-۲۴ روز 11-24 d	۲۵-۴۲ روز 25-42 d	۱-۴۲ روز 1-42 d	۱-۱۰ روز 1-10 d	۱۱-۲۴ روز 11-24 d	۲۵-۴۲ روز 25-42 d	۱-۴۲ روز 1-42 d	۱-۱۰ روز 1-10 d	۱۱-۲۴ روز 11-24 d	۲۵-۴۲ روز 25-42 d	۱-۴۲ روز 1-42 d
ساخارین سدیم SAC[1]	0	20.90^{b}	65.09	153.77	91.23^{b}	19.21^{b}	45.48	73.16^{b}	51.38^{b}	1.09	1.43	2.15	1.77
	0.15	21.50^{a}	66.55	159.33	94.46^{a}	19.61^{a}	46.46	76.64^{a}	54.58^{a}	1.10	1.43	2.09	1.73
خطای معیار میانگین SEM		0.19	1.09	1.55	0.63	0.12	0.54	1.34	0.32	0.01	0.03	0.03	0.01
P. value		0.03	0.35	0.02	0.01	0.02	0.21	0.01	<.0001	0.56	0.98	0.25	0.06
فرولا بدرکما FB[2]	0	21.27	66.33	156.55	92.01	19.36	45.90	71.82	52.14	1.10	1.45	2.19	1.78
	0.75	21.05	65.66	155.62	92.92	19.45	46.18	74.59	53.44	1.08	1.42	2.10	1.72
	1.5	21.29	65.47	157.50	93.61	19.41	45.83	75.97	53.36	1.10	1.43	2.08	1.75
خطای معیار میانگین SEM		0.23	1.33	1.90	0.77	0.14	0.66	1.64	0.40	0.02	0.04	0.04	0.02
P. value		0.71	0.89	0.79	0.35	0.91	0.92	0.21	0.05	0.62	0.81	0.18	0.09
ساخارین سدیم SAC	*فرولا بدرکما* FB	اثرات متقابل Interaction effects											
0	0	21.29	65.30	157.00^{ab}	92.82^{ab}	19.32	45.94	71.82	51.17^{b}	1.10	1.43	2.20	1.81^{a}
0	0.75	20.73	65.24	153.38^{ab}	90.75^{b}	19.29	45.51	71.53	51.71^{b}	1.07	1.44	2.15	1.75^{ab}
0	1.5	20.69	64.73	150.00^{b}	90.14^{b}	19.02	44.98	71.48	51.25^{b}	1.09	1.44	2.11	1.76^{ab}
0.15	0	21.23	67.37	156.10^{ab}	93.02^{ab}	19.41	45.85	71.82	53.11^{ab}	1.09	1.47	2.19	1.75^{ab}
0.15	0.75	21.37	65.69	157.85^{ab}	93.27^{ab}	19.61	46.86	77.64	55.16^{a}	1.10	1.40	2.05	1.69^{b}
0.15	1.5	21.89	66.59	164.05^{a}	97.09^{a}	19.80	46.67	80.46	55.48^{a}	1.11	1.42	2.04	1.75^{ab}
خطای معیار میانگین SEM		0.33	1.88	2.69	1.10	0.20	0.94	2.33	0.56	0.02	0.05	0.06	0.03
P. value		0.18	0.90	0.04	0.01	0.24	0.61	0.16	0.01	0.72	0.69	0.70	0.53
مقایسه مستقل Contrast													
تیمار فرولابدرکما صفر درصد در برابر تیمارهای فرولابدرکما ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد FB0 vs FB0.75 and FB1.5													
P. value		0.11	0.30	0.20	0.21	0.10	0.56	0.60	0.10	0.0006	0.57	0.20	0.35

[a-b] میانگین‌ها در هر ستون که دارای حرف مشترک نمی‌باشند، دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

[a-b] Means with different letters within a column are significantly different (P < 0.05).
[1]SAC: Saccharin sodium; [2]FB: Ferula badrakema

متابولیت‌های سرم خون

اثر افزودن پودر ریشه *فرولا بدرکما* با و بدون ساخارین سدیم به جیره بر متابولیت‌های بیوشیمیایی سرم خون جوجه‌های گوشتی در جدول ۴ خلاصه شده است. نتایج ارائه شده در این جدول نشان می‌دهد که تداخل بین سطوح پودر *فرولا بدرکما* و ساخارین سدیم بر میزان اسید اوریک سرم خون جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی معنی‌دار بود (P < ۰/۰۵). میزان آلبومین سرم خون جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر پودر *فرولا بدرکما* قرار گرفت، به‌نحوی‌که با افزایش سطح *فرولا بدرکما* در جیره، میزان آلبومین سرم خون افزایش یافت (P < ۰/۰۵). سطوح مورد استفاده ساخارین سدیم تأثیری بر میزان آلبومین سرم خون جوجه‌های گوشتی نداشت (P > ۰/۰۵).

جدول ۳- اثر پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* با و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم در جیره بر وزن لاشه و اندام‌های داخلی (درصد وزن زنده بدن) جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 3- The effect of dietary root powder of the *Ferula badrakema* with and without sodium saccharin sweetener on the edible carcass and internal organs (% of live body weight) in broilers on 42 days of age

تیمارها Treatments	سطوح (٪) Levels (%)	قلب Heart	کبد Liver	روده کوچک Small intestine	سنگدان Gizzard	چربی محوطه شکمی Abdominal fat	ران‌ها Thighs	سینه Breast	لاشه قابل‌مصرف Edible carcass
ساخارین سدیم	0	0.43	2.29	3.16	1.34	1.27	20.07	25.01	65.65
SAC[1]	0.15	0.40	2.30	3.25	1.35	1.34	20.28	25.26	65.60
خطای معیار میانگین SEM		0.02	0.08	0.09	0.04	0.09	0.38	0.51	0.71
P. value		0.17	0.98	0.49	0.87	0.57	0.71	0.73	0.96
فرولا بدرکما	0	0.41	2.18	3.24	1.35	1.33	19.95	26.09	66.06
FB[2]	0.75	0.41	2.29	3.24	1.41	1.20	19.95	24.57	65.25
	1.5	0.42	2.41	3.15	1.27	1.39	20.63	24.74	65.57
خطای معیار میانگین SEM		0.02	0.09	0.11	0.05	0.11	0.47	0.62	0.87
P. value		0.92	0.25	0.79	0.20	0.44	0.50	0.18	0.80
ساخارین سدیم SAC	*فرولا* بدرکما FB	اثرات متقابل Interaction effects							
0	0	0.41	2.11	3.16	1.38	1.42	20.13	25.22	65.40
0	0.75	0.45	2.32	3.30	1.44	1.02	20.04	24.46	65.93
0	1.5	0.43	2.45	3.03	1.18	1.37	20.05	25.35	65.61
0.15	0	0.41	2.25	3.31	1.32	1.25	19.77	26.97	66.71
0.15	0.75	0.37	2.26	3.18	1.36	1.37	19.85	24.68	64.57
0.15	1.5	0.41	2.37	3.27	1.35	1.41	21.21	24.14	65.52
خطای معیار میانگین SEM		0.01	0.05	0.06	0.03	0.06	0.27	0.36	0.50
P. value		0.42	0.66	0.49	0.18	0.25	0.46	0.26	0.56
مقایسه مستقل Contrast — تیمار فرولابدرکما صفر درصد در برابر تیمارهای فرولابدرکما ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد FB0 vs FB0.75 and FB1.5									
P. value		0.34	0.10	0.99	0.54	0.33	0.84	0.65	0.67

[1]SAC: Saccharin sodium; [2]FB: Ferula badrakema

همچنین اثر تداخلی بین سطوح مختلف *فرولا بدرکما* و ساخارین سدیم بر غلظت آلبومین سرم خون به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (P > ۰/۰۵). غلظت کلسترول سرم خون جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* کاهش یافت (P < ۰/۰۵). سطوح مورد استفاده از ساخارین سدیم تأثیری بر میزان کلسترول سرم خون جوجه‌های گوشتی نداشت (P > ۰/۰۵). همچنین، تداخل بین ساخارین سدیم و *فرولا بدرکما* تأثیری بر میزان کلسترول سرم خون جوجه‌های گوشتی نداشت (P > ۰/۰۵). نتایج موجود نشان می‌دهد که تداخل بین سطوح مختلف ساخارین سدیم و *فرولا بدرکما* بر میزان تری‌گلیسیرید سرم خون جوجه‌های گوشتی معنی‌دار بود (۰/۰۵ > P) ؛ به‌طوری‌که تیمار حاوی سطح صفر ساخارین سدیم و ۰/۷۵ درصد پودر ریشه *فرولا بدرکما* دارای کمترین میزان تری‌گلیسیرید سرم خون و تیمار بدون ساخارین سدیم و پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* دارای بالاترین میزان تری‌گلیسیرید سرم خون بود.

اثر سطوح مورد استفاده از پودر *فرولا بدرکما* بر میزان فسفر سرم خون جوجه‌های گوشتی معنی‌دار بود (P < ۰/۰۵). امّا سطوح مورد استفاده از ساخارین سدیم تأثیری بر میزان فسفر سرم خون جوجه‌های گوشتی نداشت (P > ۰/۰۵). همچنین تداخل بین سطوح مختلف پودر *فرولا بدرکما* و ساخارین سدیم معنی‌دار نبود (۰/۰۵ < P). مقایسه مستقل بین سطوح مختلف پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما*

بر میزان اوریک اسید، کلسترول، تری‌گلیسرید و فسفر تحت تأثیر قرار گرفت (P < ۰/۰۵). همچنین نتایج نشان داد که پارامترهای پروتئین تام، HDL، گلوکز، کلسترول و کلسیم سرم خون تحت تأثیر تیمارهای مورد آزمایش قرار نگرفت (P > ۰/۰۵).

افزودن پودر ریشه *فرولا بدرکما* در مطالعه حاضر باعث کاهش غلظت کلسترول سرم خون گردید. بیان شده است که مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی می‌تواند سبب کاهش لیپیدهای خون شوند (Tschirch, 2000). نقش گیاهان دارویی و روغن‌های فرار آن در کاهش کلسترول و محافظت در برابر سرطان گزارش شده است (Craig, 1999). همچنین بیان شده است که افزودن گیاهان دارویی و روغن‌های فرار آن‌ها غلظت کلسترول سرم را در جوجه‌های گوشتی کاهش داده است (Case et al., 1995)، که در مطالعه عبدالعزیز و همکاران (Abdelaziz et al., 2011) کاهش قابل ملاحظه‌ای در غلظت گلوکز سرم خون موش‌های تحت درمان با ساخارین در مقایسه با تیمار کنترل مشاهده شد و با آن‌چه که در سایر حیوانات گزارش شده مطابقت داشت.

تجویز خوراکی ساخارین ممکن است به‌طور غیرمستقیم نقش خاصی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها ایفا کند که می‌توان آن را به اختلال در عملکرد کبد موش‌هایی که ساخارین مصرف کرده بودند، مرتبط دانست (Abdelaziz et al., 2011). همچنین، عبدالعزیز و همکاران (Abdelaziz et al., 2011) نشان دادند که سطح تری‌گلیسرید و کلسترول تام در پاسخ به تجویز خوراکی ساخارین به موش‌ها کاهش می‌یابد که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. توضیح احتمالی این کاهش ممکن است به‌دلیل اثر مستقیم یا غیرمستقیم ساخارین بر متابولیسم لیپید و پراکسیداسیون لیپیدی باشد. مطالعات نشان می‌دهد که کاهش میزان تری‌گلیسرید سرم خون به علت کاهش سنتز VLDL توسط کبد است (Roberfroid, 2008). گزارش شده است که کاهش کلسترول کل سرم به‌دلیل کاهش لیپوپروتئین‌های حاوی تری‌گلیسرید است و کلسترول است. جمعیت میکروبی روده با تجزیه اسیدهای صفراوی که در کبد از کلسترول ساخته می‌شوند، نقش مهمی در کاهش کلسترول سرم دارند، بنابراین استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی نظیر آنتی‌بیوتیک‌ها و گیاهان دارویی، باعث افزایش غلظت کلسترول سرم خون می‌شوند (Tannock et al., 1989). در این آزمایش، استفاده توأم *فرولا بدرکما* و ساخارین سدیم تأثیری بر کلسترول و HDL نداشت؛ ولی تری‌گلیسریدهای سرم خون تحت تأثیر استفاده توأم سطوح مختلف *فرولا بدرکما* با و بدون ساخارین سدیم به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که احتمالاً به دلیل کاهش جمعیت باکتری‌های مضر دستگاه گوارش در اثر استفاده توأم *فرولا بدرکما* و ساخارین سدیم در جیره است که باعث کاهش تجزیه اسیدهای صفراوی شده و به این ترتیب کلسترول (پیش‌ساز اسیدهای صفراوی) کمتری از دستگاه گوارش خارج شده است. افزون بر این، غلظت بالای اسیدهای صفراوی در روده، تشکیل میسل را تسهیل نموده و در نتیجه، باعث افزایش جذب چربی از روده و افزایش غلظت لیپیدهای خون شده است (Feighner et al., 1987; Tannock et al., 1989). افزایش سطح اسید اوریک در سرم خون جوجه‌های گوشتی در مطالعه حاضر با نتایج آزمایش عبدالعزیز و همکاران (Abdelaziz et al., 2011) که باعث افزایش اوره خون در موش شده است، مطابقت دارد. با توجه به نتایج این آزمایش غلظت فسفر سرم خون جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر سطوح مورد استفاده از پودر ریشه *فرولا بدرکما* قرار گرفت که یکی از دلایل احتمالی آن می‌تواند وجود اسید فایتیک در خوراک‌های با منشأ گیاهی باشد.

عیار آنتی‌بادی تولید شده بر علیه گلبول قرمز گوسفند

تأثیر سطوح مختلف پودر ریشه *فرولا بدرکما* با و بدون ساخارین سدیم بر عیار آنتی‌بادی تولید شده (IgT، IgG و IgM) بر علیه گلبول قرمز گوسفند در سنین ۳۵ و ۴۲ روزگی جوجه‌ها در جدول ۵ گزارش شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، پاسخ به آنتی‌ژن SRBC IgG و IgM و آنتی‌بادی کل، هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین سطوح مصرفی ساخارین سدیم در سن ۳۵ روزگی جوجه‌های گوشتی مشاهده نشد. همچنین، اثر سطوح ساخارین سدیم در ۴۲ روزگی بر تیتر آنتی‌بادی IgG و IgM معنی‌دار نبود؛ امّا تیتر آنتی‌بادی کل علیه SRBC در ۴۲ روزگی تحت تأثیر سطوح مورد استفاده ساخارین سدیم قرار گرفت؛ به‌طوری‌که سطح ۰/۱۵ درصد ساخارین سدیم، عیارآنتی‌بادی‌کل علیه SRBC را نسبت به سطح صفر آن افزایش داد (P<۰/۰۵). بر اساس نتایج خلاصه شده در جدول ۵، عیارآنتی‌بادی‌کل و IgG علیه SRBC در سن ۳۵ روزگی در میان سطوح مصرفی پودر ریشه *فرولا بدرکما* دارای تفاوت معنی‌دار داشت (P<۰/۰۵). به‌نحوی که سطح ۱/۵ درصد پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* دارای بیشترین پاسخ و سطح صفر درصد دارای کمترین پاسخ آنتی‌ژن را داشت. در عین حال، تیتر آنتی‌بادی علیه IgM در سن ۳۵ روزگی تفاوت معنی‌داری را در بین سطوح مصرفی *فرولا بدرکما* نشان نداد (P>۰/۰۵). سطوح مورد استفاده از پودر ریشه *فرولا بدرکما* در جیره جوجه‌های گوشتی باعث افزایش IgG و IgM در سن ۴۲ روزگی دوره پرورش گردید (P<۰/۰۵). به‌طوری‌که سطح ۱/۵ درصد پودر ریشه *فرولا بدرکما* دارای بیشترین و سطح صفر درصد پودر ریشه *فرولا بدرکما* دارای کمترین تیتر آنتی‌بادی IgG و IgM بود.

جدول ٤- اثر پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* با و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم درر جیره بر متابولیت‌های سرم خون جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی

Table 4- The effect of dietary root powder of the *Ferula badrakema* with and without sodium saccharin sweetener on the blood serum metabolites in broiler chickens at 42 days

تیمارها Treatments	(درصد) (%)	اوریک اسید (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Uric acid (mg/dl)	آلبومین (گرم بر دسی لیتر) Albumin (g/dl)	پروتئین (گرم بر دسی لیتر) Total protein (g/dl)	لیپو پروتئین‌های با چگالی بالا (میلی‌گرم بر دسی لیتر) HDL[1] (mg/dl)	گلوکز (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Glucose (mg/dl)	کلسترول (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Cholesterol (mg/dl)	تری‌گلیسیرید (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Triglyceride (mg/dl)	کلسیم (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Calcium (mg/dl)	فسفر (میلی‌گرم بر دسی لیتر) Phosphorus (mg/dl)
ساخارین سدیم	0	3.88^{b}	1.35	3.44	46.78	117.28	113.28	77.72	8.43	6.72
SAC[1]	0.15	4.49^{a}	1.40	3.32	47.83	122.94	111.33	75.89	9.01	6.95
SEM		0.15	0.03	0.05	1.67	5.54	3.69	3.19	0.30	0.20
P. value		0.007	0.27	0.09	0.66	0.48	0.71	0.69	0.18	0.41
فرولا بدرکما	0	3.63^{b}	1.32^{b}	3.32	48.08	126.67	123.50^{a}	93.17^{a}	8.85	6.42^{b}
FB[2]	0.75	4.27^{a}	1.36^{ab}	3.35	45.58	118.50	99.17^{b}	64.08^{b}	8.37	6.57^{b}
	1.5	4.66^{a}	1.46^{a}	3.47	48.25	115.17	114.25^{ab}	73.17^{b}	8.93	7.52^{a}
خطای معیار میانگین SEM		0.18	0.04	0.06	2.04	6.78	4.52	3.91	0.37	0.24
P. value		0.001	0.02	0.14	0.59	0.48	0.003	<.0001	0.527	0.006
ساخارین سدیم SAC	*فرولا بدرکما* FB					اثرات متقابل Interaction effects				
0	0	2.75^{b}	1.30^{b}	3.38	45.67	129.5	123.83	95.33^{a}	8.45	6.53^{ab}
0	0.75	2.75^{b}	1.37^{ab}	3.43	45.5	107 .17	99.5	57.33^{c}	8.13	7.66^{a}
0	1.5	4.29^{a}	1.40^{ab}	3.50	49.17	115.17	116.5	80.50^{abc}	8.7	7.38^{ab}
0.15	0	4.52^{a}	1.33^{ab}	3.25	50.5	123.83	123.17	91.00^{ab}	9.25	7.15^{ab}
0.15	0.75	3.94^{a}	1.35^{ab}	3.27	45.67	129.83	98.83	70.83^{bc}	8.62	6.03^{b}
0.15	1.5	5.02^{a}	1.52^{a}	3.45	47.33	115.17	112	65.83^{b}	9.17	6.25^{ab}
خطای معیار میانگین SEM		0.10	0.02	0.03	1.18	3.92	2.61	2.26	0.21	0.14
P. value		0.0002	0.40	0.77	0.50	0.31	0.94	0.05	0.94	0.77
مقایسه مستقل Contrast تیمار فرولابدرکما صفر درصد در برابر تیمارهای فرولابدرکما ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد FB0 vs FB0.75 and FB1.5										
P. value		<.0001	0.10	0.32	0.66	0.11	0.02	0.0003	0.96	0.01

a-b میانگین‌ها در هر ستون که دارای حرف مشترک نمی‌باشند، دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P<۰/۰۵).

a-b Means with different letters within a column are significantly different (P < 0.05).

[1]SAC: Saccharin sodium; [2]FB: Ferula badrakema

جدول ۵- اثر پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* با و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم در جیره بر پاسخ ایمنی هومورال (log_2) در جوجه‌های گوشتی در سن ۳۵ و ۴۲ روزگی

Table 5- The effect of dietary root powder of the *Ferula badrakema* with and without sodium saccharin sweetener on humoral immune response (log_2) in broiler chickens at 35 and 42 days

		۳۵ روزگی 35 day			۴۲ روزگی 42 day		
تیمارها Treatments	سطوح (٪) Levels (%)	آنتی‌بادی کل IgT	ایمنوگلوبولین G IgG	ایمنوگلوبولین M IgM	آنتی‌بادی کل IgT	ایمنوگلوبولین G IgG	ایمنوگلوبولین M IgM
ساخارین سدیم	0	1.83	4.22	2.39	1.05^{b}	2.17	1.11
SAC[1]	0.15	2.28	4.61	2.33	1.50^{a}	2.50	1.00
خطای معیار میانگین SEM		0.25	0.13	0.19	0.24	0.23	0.19
P. value		0.07	0.36	0.89	0.004	0.18	0.62
فرولا بدرکما	0	1.58^{b}	3.42^{b}	1.83	1.25	1.91^{b}	0.67^{b}
FB[2]	0.75	2.17^{ab}	4.75^{a}	2.58	1.25	2.50^{ab}	1.00^{ab}
	1.5	2.42^{a}	5.08^{a}	2.67	1.33	2.83^{a}	1.50^{a}
خطای معیار میانگین SEM		0.31	0.16	0.23	0.29	0.28	0.23
P. value		0.02	0.006	0.19	0.86	0.01	0.01
ساخارین سدیم SAC	*فرولا بدرکما* FB	اثرات متقابل Interaction effects					
0	0	1.33^{b}	2.83^{b}	1.50	1.00	1.50^{b}	0.50^{b}
0	0.75	2.00^{ab}	4.50^{ab}	2.50	1.00	2.00^{ab}	1.00^{ab}
0	1.5	2.17^{ab}	5.33^{a}	3.17	1.17	3.00^{a}	1.83^{a}
0.15	0	1.83^{ab}	4.00^{ab}	2.17	1.50	2.33^{ab}	0.83^{ab}
0.15	0.75	2.33^{ab}	5.00^{ab}	2.67	1.50	2.50^{ab}	1.00^{ab}
0.15	1.5	2.66^{a}	4.83^{ab}	2.17	1.50	2.67^{a}	1.17^{ab}
خطای معیار میانگین SEM		0.18	0.09	0.13	0.17	0.16	0.14
P. value		0.95	0.27	0.23	0.86	0.14	0.16
		مقایسه مستقل Contrast تیمار فرولابدرکما صفر درصد در برابر تیمارهای فرولابدرکما ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد FB0 vs FB0.75 and FB1.5					
P. value		0.76	0.49	1.00	0.01	0.13	0.17

[a-b] میانگین‌ها در هر ستون که دارای حرف مشترک نمی‌باشند، دارای اختلاف معنی‌دار هستند ($P<0.05$).

[a-b] Means with different letters within a column are significantly different ($P < 0.05$).

[1]SAC: Saccharin sodium; [2]FB: Ferula badrakema

با توجه به نتایج مطالعه حاضر می‌توان گفت، مصرف پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* باعث افزایش مجموع آنتی‌بادی و IgG در گلبول‌های قرمز خون جوجه‌های گوشتی گردید. این نتیجه، مطابق با یافته آکامویچ و بروکر است (Acamovic and Brooker, 2005). این محققان گزارش کردند که اسانس‌های گیاهی مختلف ممکن است پاسخ‌های سلولی و هومورال جوجه‌های گوشتی را بهبود بخشند. بنابراین، آن‌ها می‌توانند نقش مهمی در تقویت سیستم دفاعی پرندگان در برابر تهاجم ریزجانداران عفونی داشته باشند (Acamovic and Brooker, 2005).

با توجه به اینکه گیاه *فرولا بدرکما* حاوی مواد فنولی، فلاوونوئیدی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (به ترتیب ۳۵/۳۴ ، ۲۱/۳۷ و ۱۷/۲۱) است، در نتیجه، این ترکیبات با اثرات ضد باکتریایی خود موجب تقویت سیستم ایمنی پرنده می‌شوند (Cook and Samman, 1996). یکی دیگر از ترکیبات مؤثره گیاهان دارویی آلکالوئیدها است، وقتی آلکالوئیدها وارد خون می‌شوند به آلبومین متصل می‌شوند، تبدیل به آنتی‌ژن و موجب تحریک سیستم ایمنی شده و در نتیجه، باعث تولید آنتی‌بادی می‌گردند (Div-Salaar et al., 2008).

گمان می‌رود که ترکیبات فنول و فلاوونوئیدی موجود در پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی این گیاه باعث تقویت سیستم ایمنی شده است. احتمالاً دلیل افزایش مجموع آنتی‌بادی و میزان ایمنوگلوبولین‌های IgG و IgM در دوره‌های مختلف پرورشی وجود منابع غنی از فنول، فلاوونوئید و منابع آنتی‌اکسیدانی است.

جدول ٦- اثر پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* با و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم در جیره بر شاخص‌های اقتصادی جوجه‌های گوشتی

Table 6- The effect of dietary root powder of the *Ferula badrakema* with and without sodium saccharin sweetener on the economic indicators of the broiler chicks

تیمارها Treatments	(درصد) (%)	هزینه‌ی خوراک در کل دوره‌ی پرورش (جوجه/ریال) Feed cost (Rials)	درآمد حاصل از فروش وزن زنده (جوجه/ریال) Income from chicken sales (Rials)	سود ناخالص (جوجه/ریال) Gross profit (Rials)	هزینه خوراک برای تولید یک کیلوگرم وزن زنده (ریال) The cost of feed to produce one kilogram of live weight (Rials)	شاخص بازدهی تولید اروپایی European Production Efficiency Index
ساخارین سدیم	0	641529[b]	922688[b]	281159	291347	267.57[b]
SAC[1]	0.15	692605[a]	979846[a]	287241	296534	297.13[a]
خطای معیار میانگین SEM		8532.37	7474.09	7897.83	2736.60	7.35
P. value		<.0001	<.0001	0.59	0.19	0.008
فرولا بدرکما	0	656202[b]	936178	279977	293983	269.28
	0.75	663218[ab]	960016	296798	289716	295.14
FB[2]	1.5	681782[a]	957606	275825	298121	282.63
خطای معیار میانگین SEM		6033.30	9153.86	9672.82	3354.09	9.00
P. value		0.01	0.15	0.29	0.22	0.14
ساخارین سدیم SAC	*فرولا بدرکما* FB			اثرات متقابل Interaction effects		
0	0	640305[c]	918205	277900	292222	261.59
0	0.75	640869[c]	929041	288172	289066	270.37
0	1.5	643413[c]	920818	277405	292751	270.74
0.15	0	672098[bc]	954152	282054	295744	276.96
0.15	0.75	685567[ab]	990991	305424	290366	319.91
0.15	1.5	720151[a]	994395	274244	303492	294.53
SEM		8532.37	12945.51	13679.44	4743.40	12.73
P. value		0.04	0.34	0.75	0.59	0.39
				مقایسه مستقل Contrast		
				تیمار فرولابدرکما صفر درصد در برابر تیمارهای فرولابدرکما ۰/۷۵ و ۱/۵ درصد FB0 vs FB0.75 and FB1.5		
P. value		0.88	0.51	0.67	0.77	0.45

[a-b] میانگین‌ها در هر ستون که دارای حرف مشترک نمی‌باشند، دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P < ۰/۰۵).

[a-b] Means with different letters within a column are significantly different (P < 0.05).

[1]SAC: Saccharin sodium; [2]FB: Ferula badrakema

فلاوونوئیدها از متابولیت‌های ارزشمندی هستند که دارای اثرات دارویی و بیولوژیکی مهمی نظیر تصفیه خون، تقویت سیستم ایمنی، تنظیم سطح کلسترول، تنظیم فشار خون، توقف ترشحات اسیدی و ممانعت از لخته‌شدن خون در عروق[1] بوده و در پیشگیری از بیماری هایی نظیر سرطان، سکته، آلزایمر و پارکینسون که در اثر استرس های اکسیداتیو تولید می‌شوند و افزایش کارایی و پیشرفت متابولیسم بدن، نقش مهمی ایفا می‌کنند. گزارش شده است که فعالیت‌های ضد باکتریایی، ضد ویروسی و آنتی‌اکسیدانی تیمول و کارواکرول موجود در گیاهان دارویی سبب افزایش پاسخ‌های ایمنی جوجه‌ها می‌شود (Botsoglou et al., 2002)، که با نتایج مطالعه حاضر در افزایش تولید آنتی‌بادی و ایمونوگلوبولین‌های سرم خون جوجه‌های گوشتی مطابقت دارد.

باتوجه به نتایج موجود در جدول ۶، از نظر شاخص کارایی تولید اروپایی و درآمد حاصل از فروش وزن زنده جوجه، تیمار حاوی ۰/۱۵ درصد ساخارین سدیم نسبت به تیمار بدون ساخارین سدیم عملکرد بهتری داشت و از نظر آماری تفاوت بین این تیمارها معنی‌دار بود (P < ۰/۰۵).

تداخل اثر پودر *فرولا بدرکما* و شیرین‌کننده ساخارین سدیم بر هزینه خوراک در کل دوره پرورش معنی‌دار بود؛ به‌طوری‌که تیمار حاوی ۱/۵ درصد پودر *فرولا بدرکما* و تیمار حاوی ۰/۱۵ درصد

1- Thrombus

ساخارین سدیم بیشترین هزینه خوراک و تیمار بدون *فرولا بدرکما* و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم کمترین هزینه خوراک به‌ازای هر کیلوگرم وزن زنده جوجه در کل دوره پرورش را داشتند (P< ۰/۰۵). مطابق با نتایج موجود در جدول ۶ اثر پودر ریشه گیاه *فرولا بدرکما* با و بدون شیرین‌کننده ساخارین سدیم بر سود ناخالص و هزینه خوراک برای تولید یک کیلوگرم وزن زنده معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). به نظر می‌رسد بهبود شاخص کارایی تولید اروپایی در نتیجه مصرف ۰/۱۵ درصد شیرین‌کننده ساخارین سدیم به‌دلیل خوش‌خوراکی جیره، افزایش مصرف خوراک و در نتیجه، هضم و جذب بهتر خوراک در دستگاه گوارش جوجه‌های گوشتی باشد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از ساخارین سدیم به‌میزان ۰/۱۵ درصد جیره، از کاهش مصرف خوراک ناشی از مزه تلخ *فرولا* در جوجه‌های گوشتی جلوگیری می‌کند و افزودن *فرولا بدرکما* به‌میزان ۰/۷۵ درصد جیره باعث بهبود سیستم ایمنی و بهبود متابولیت‌های خون از قبیل کاهش غلظت کلسترول (۸۰/۵۷ درصد) و تری‌گلیسریدهای خون (۶۰/۱۴) می‌شود.

References

1. Abdelaziz, I., & Ashour, A. E. R. A. (2011). Effect of saccharin on albino rats' blood indices and the therapeutic action of vitamins C and E. *Human & Experimental Toxicology*, *30*(2), 129-137. https://doi.org/10.1177/09603271103686
2. Abdollahi, Z., Hassanabadi, A., & Golian, A. (2013). Effects of *Ferula gummosa* Boiss. root on performance, microbial population and nutrient digestibility in broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *5*(2), 112-118. (In Persian). https://doi.org/10.22067/ijasr.v5i2.28288
3. Acamovic, T., & Brooker, J. D. (2005). Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *Proceedings of the Nutrition Society*, *64*(3), 403-412. https://doi.org/10.1079/PNS2005449
4. Almamury, A., Hassanabadi, A., Zerehdaran, S., & Nassiri-Moghaddam, H. (2021). Effects of dietary supplementation of a herbal product (NBS superfood) on growth performance, intestinal morphology, immune status and blood metabolites in broiler chickens. *Poultry Science Journal*, *9*(2), 245-254. https://doi.org/10.22069/psj.2021.19078.1691
5. Awad, W., Ghareeb, K., & Böhm, J. (2008). Intestinal structure and function of broiler chickens on diets supplemented with a synbiotic containing *Enterococcus faecium* and oligosaccharides. *International Journal of Molecular Sciences*, *9*(11), 2205-2216. https://doi.org/10.3390/ijms9112205
6. Başer, K. C., Özek, T., Demirci, B., Kürkçüoğlu, M., Aytaç, Z., & Duman, H. (2000). Composition of the essential oils of *Zosima absinthifolia* (Vent.) Link and *Ferula elaeochytris* Korovin from Turkey. *Flavour and Fragrance Journal*, *15*(6), 371-372. https://doi.org/10.1002/1099-1026(200011/12)15:6<371::AID-FFJ919>3.0.CO;2-Z
7. Botsoglou, N. A., Florou-Paneri, P., Christaki, E., Fletouris, D. J., & Spais, A. B. (2002). Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *British Poultry Science*, *43*(2), 223-230. https://doi.org/10.1080/00071660120121436
8. Buerge, I. J., Keller, M., Buser, H. R., Müller, M. D., & Poiger, T. (2011). Saccharin and other artificial sweeteners in soils: Estimated inputs from agriculture and households, degradation, and leaching to groundwater. *Environmental Science & Technology*, *45*(2), 615-621. https://doi.org/10.1021/es1031272
9. Bukreeva, T. V., & Pimenov, M. G. (1991). 2, 6-Dihydroxy-4-methoxyacetophenone 2-O-β-D-gentiobioside from the roots of *Dorema aitchisonii*. *Chemistry of Natural Compounds*, *27*(5), 638-639. https://doi.org/10.1007/BF00630378
10. Case, G. L., He, L., Mo, H., & Elson, C. E. (1995). Induction of geranyl pyrophosphate pyrophosphatase activity by cholesterol-suppressive isoprenoids. *Lipids*, *30*(4), 357-359. https://doi.org/10.1007/BF02536045
11. Cook, N. C., & Samman, S. (1996). Flavonoids—chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, *7*(2), 66-76. https://doi.org/10.1016/S0955-2863(95)00168-9
12. Craig, W. J. (1999). Health-promoting properties of common herbs. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *70*(3), 491s-499s.
13. Cross, D. E., McDevitt, R. M., Hillman, K., & Acamovic, T. (2007). The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *British poultry science*, *48*(4), 496-506. https://doi.org/10.1080/00071660701463221
14. Diab, Y., Dolmazon, R., & Bessière, J. M. (2001). Daucane aryl esters composition from the Lebanese *Ferula hermonis* Boiss.(zallooh root). *Flavour and Fragrance Journal*, *16*(2), 120-122.https://doi.org/10.1002/ffj.966
15. Divsalar, K., Saravani, R., Meymandi, M., Taei, M., & Sheykh, A. A. (2008). Electrophoretic profile of albumin, α1, α2, β and γ globulin in sera of opioid dependants and non-dependants. *Yafte, 9, 13-19.* (In Persian).
16. El-Razek, M. H. A., Ohta, S., & Hirata, T. (2003). Terpenoid coumarins of the genus Ferula. *Heterocycles*, *60*(3), 689-716. https://doi.org/10.1002/chin.200322269

17. Feighner, S. D., & Dashkevicz, M. P. (1987). Subtherapeutic levels of antibiotics in poultry feeds and their effects on weight gain, feed efficiency, and bacterial cholyltaurine hydrolase activity. *Applied and Environmental Microbiology*, *53*(2), 331-336. https://doi.org/10.1128/aem.53.2.331-336.1987
18. Greathead, H. (2003). Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of the Nutrition Society*, *62*(2), 279-290. https://doi.org/10.1079/PNS2002197
19. Hernandez, F., Madrid, J., Garcia, V., Orengo, J., & Megias, M. D. (2004). Influence of two plant extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science*, *83*(2), 169-174. https://doi.org/10.1093/ps/83.2.169
20. Iranshahi, M., Amin, G., Sourmaghi, M. S., Shafiee, A., & Hadjiakhoondi, A. (2006). Sulphur-containing compounds in the essential oil of the root of *Ferula persica* Willd. var. persica. *Flavour and Fragrance Journal*, *21*(2), 260-261. https://doi.org/10.1002/ffj.1574
21. Kamel, C. (2001). Tracing modes of action and the roles of plant extracts in non-ruminants. *Recent Advances in Animal Nutrition*, *2001*, 135-150.
22. Kimmich, G. A., Randles, J., & Anderson, R. L. (1989). Effect of saccharin on the ATP-induced increase in Na+ permeability in isolated chicken intestinal epithelial cells. *Food and Chemical Toxicology*, *27*(3), 143-149. https://doi.org/10.1016/0278-6915(89)90062-8
23. Lee, K. W. (2002). Essential oils in broiler nutrition (Doctoral dissertation, Uttercht University).
24. Ma, L., Liu, Y., Xu, J., Sun, H., Chen, H., Yao, Y., Zhang, P., Shen, F. & Alder, A. C. (2017). Mass loading of typical artificial sweeteners in a pig farm and their dissipation and uptake by plants in neighboring farmland. *Science of The Total Environment*, *605*, 735-744. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.027
25. Mahmoodtabar, A., Karimi Torshizi, M. A., Sharafi, M., & Mojgani, N. (2018). The effect of some poultry probiotics produced in Iran on performance parameters, economic indices and small intestinal morphology of broilers. *Iranian Journal of Animal Science*, 49(3), 415-425. (In Persian). https://doi.org/10.22059/ijas.2018.249544.653602
26. McMeniman, J. P., Rivera, J. D., Schlegel, P., Rounds, W., & Galyean, M. L. (2006). Effects of an artificial sweetener on health, performance, and dietary preference of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, *84*(9), 2491-2500. https://doi.org/10.2527/jas.2006-098
27. Moran, A. W., Al-Rammahi, M., Zhang, C., Bravo, D., Calsamiglia, S., & Shirazi-Beechey, S. P. (2014). Sweet taste receptor expression in ruminant intestine and its activation by artificial sweeteners to regulate glucose absorption. *Journal of Dairy Science*, *97*(8), 4955-4972. https://doi.org/10.3168/jds.2014-8004
28. Rechinger, K. H., Lemond, J. M., & Hedge, I. C. (1994). Flora Iranica (Umbelliferae), Vol. 162. *Graz, Austria, Akademischev Druk-u. Verlagsanstalt*, 411.
29. Roberfroid, M. B. (2008). Prebiotics: concept, definition, criteria, methodologies, and products (pp. 39-69). CRC Press: Boca Raton, FL, USA.
30. Sterk, A., Schlegel, P., Mul, A. J., Ubbink-Blanksma, M., & Bruininx, E. M. A. M. (2008). Effects of sweeteners on individual feed intake characteristics and performance in group-housed weanling pigs. *Journal of Animal Science*, *86*(11), 2990-2997. https://doi.org/10.2527/jas.2007-0591
31. Takeoka, G. (2001). Instrumental analysis of food Flavors-4 volatile constituents of asafoetida. In *ACS Symposium Series* (Vol. 794, pp. 33-44). Washington, DC: American Chemical Society, [1974].
32. Tannock, G. W., Dashkevicz, M. P., & Feighner, S. D. (1989). Lactobacilli and bile salt hydrolase in the murine intestinal tract. *Applied and Environmental Microbiology*, *55*(7), 1848-1851. https://doi.org/10.1128/aem.55.7.1848-1851.1989
33. Toghyani, M., Toghyani, M., Gheisari, A., Ghalamkari, G., & Eghbalsaied, S. (2011). Evaluation of cinnamon and garlic as antibiotic growth promoter substitutions on performance, immune responses, serum biochemical and haematological parameters in broiler chicks. *Livestock Science*, *138*(1-3), 167-173. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.12.018
34. Tschirch, H. (2000). Use of natural plant extracts as productive enhancers in modern animal rearing practices. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wroclawiu. Konferencje (Poland)*.
35. Viana, A. F. S., Lopes, M. T. P., Oliveira, F. T. B., Nunes, P. I. G., Santos, V. G., Braga, A. D., Silva, A. C. A., Sousa, D. P., Viana, D. A., Rao, V. S. and Rita de Cássia, M. O. (2019). (−)-Myrtenol accelerates healing of acetic acid-induced gastric ulcers in rats and in human gastric adenocarcinoma cells. *European Journal of Pharmacology*, *854*, 139-148. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2019.04.025
36. Yoshioka, M., Matsuo, T., Lim, K., Tremblay, A., & Suzuki, M. (2000). Effects of capsaicin on abdominal fat and serum free-fatty acids in exercise-trained rats. *Nutrition Research*, *20*(7), 1041-1045. https://doi.org/10.1016/S0271-5317(00)00180-9
37. Zhang, W., He, H., Gong, L., Lai, W., Dong, B., & Zhang, L. (2020). Effects of sweetener sucralose on diet preference, growth performance and hematological and biochemical parameters of weaned piglets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *33*(5), 802. https://doi.org/10.5713/ajas.18.0863